

利用静电枪研究空气湿度与空气击穿场强的关系

冯玉明, 张 强, 周克生

(北京交通大学电子信息工程学院, 北京 100044)

摘 要 通过静电放电试验得出在不同湿度条件下空气的击穿电压, 然后通过Maxwell 2D仿真得出一定电压下, 放电枪与放电平板间的场强分布, 从而得出空气湿度与空气击穿场强的关系曲线。

关键词 静电放电; 击穿场强; 湿度

中图分类号 TM **文献标识码** A **文章编号** 1673-9671-(2010)081-0020-02

静电是一种客观的自然现象, 产生的方式有多种, 如接触、摩擦等。静电的特点是高电压、低电量、小电流和作用时间短的特点。据统计, 在半导体、电子行业、IC、LED等精密组装线, 由于静电而给半导体、电子元器件制造业造成的损失达几百亿美元! 而静电是通过击穿空气产生的静电放电现象产生危害的。不同空气湿度条件下, 空气的击穿场强不同。本文就是通过改造的电磁兼容试验中的静电放电抗扰度试验, 得出空气湿度与空气击穿场强的关系曲线。

1 实验布置

本文设计了在不同湿度下能够得到空气击穿电压的实验方案。具体如下:

在木桌上固定一有直角边的木板A, 同时将放电枪固定在另一具有直角边木板B上, 将放电平板(黑色所示)固定在垂直木板C上并接地, 小木桌顶住固定放电平板的垂直木板, 固定放电枪头距放电平板的距离 $d=3.21\text{mm}$ 并且放电枪枪头始终垂直于放电平板, 回路电缆接地。具体布置如图1所示, 布置照片如图2所示:

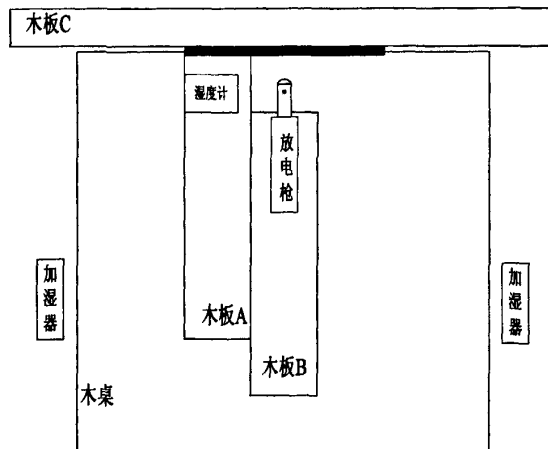
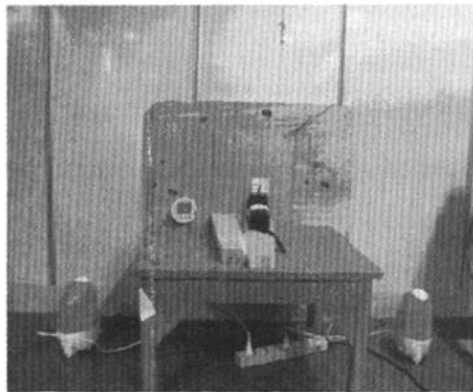


图1 静电放电试验布置图



(a) 正视图



(b) 俯视图

图2 试验布置照片

通过实验桌旁边的加湿器, 不断增加实验环境的空气相对湿度, 用手调节加在放电枪上的电压, 从而得到在不同湿度下空气的击穿电压, 经过数据处理得到空气相对湿度与空气击穿电压之间的关系曲线如图3所示:

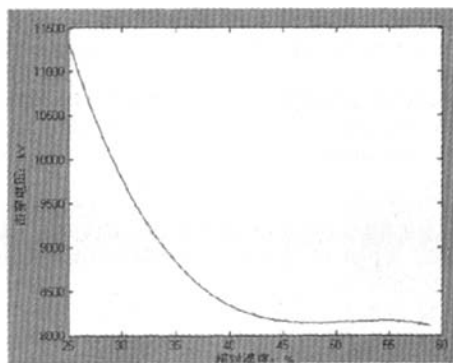


图3 空气湿度与空气击穿电压的关系曲线

2 建模仿真

由于放电枪的电极结构对称, 所以可以使用Maxwell中2D(学生版)模型建模仿真电极与金属板之间的电场分布情况, 建模模型如下图4所示:

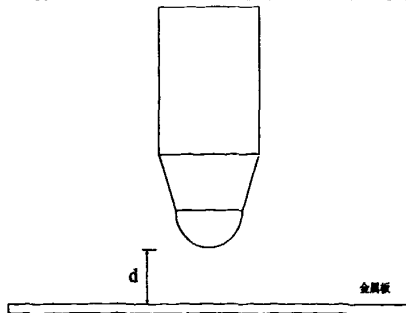
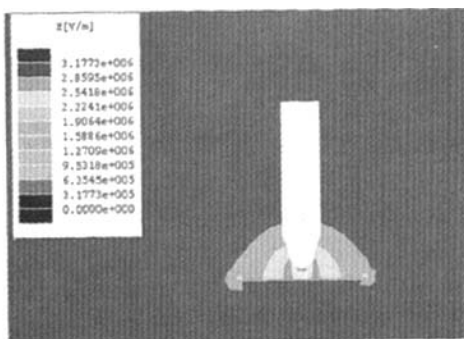


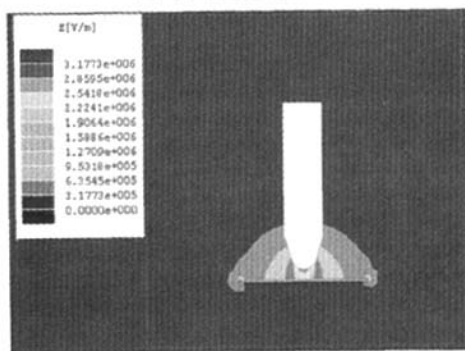
图4 静电放电空气放电模型

金属板的厚度为0.5mm,长40mm, $d=3.21\text{mm}$ 。放电枪电极的所加电压为空气在不同湿度下时的击穿电压。

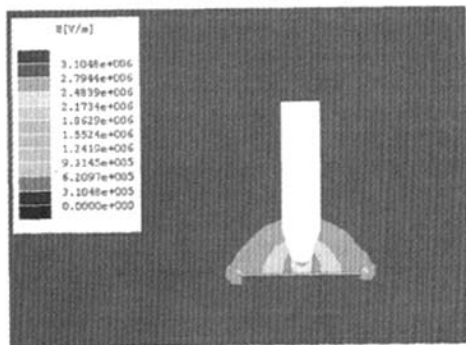
不同击穿电压对应的放电枪电极与金属板之间的场强分布如下图所示:



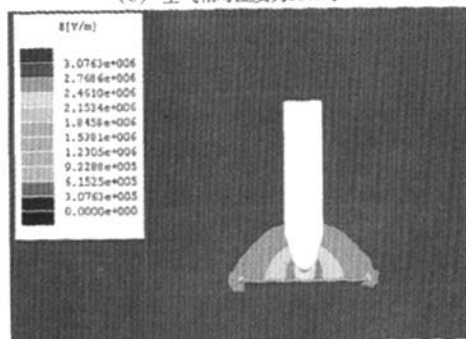
(a) 空气相对湿度为35%时



(b) 空气相对湿度为40%时



(c) 空气相对湿度为50%时



(d) 空气相对湿度为60%时

图5不同空气湿度时,场强分布

当 $d=n\text{ mm}$ 时,放电枪电极尖端正下方各点距金属板距离1mm,2mm……n mm处的电场强度为 $E_1, E_2, \dots, E_n$ 。由于放电枪电极距金属板距离比较小,可以把场看做均匀场分布,于是放电枪电极与金属板之间平均场强 $E=(E_1+E_2+\dots+E_n)/n$,再根据静电实验测试中得出的击穿电压与空气相对湿度的关系曲线,得到放电枪电极与金属板之间平均场强 E 与空气相对湿度关系曲线如下:

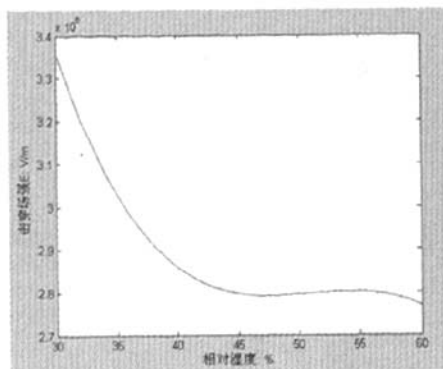


图6 平均场强 E 与空气相对湿度关系曲线

从图6拟合曲线得出湿度为30%时击穿场强为 $3.36 \times 10^6 \text{ V/m}$,而一般情况(25℃,30%)下,空气击穿场强为 $3.0 \times 10^6 \text{ V/m}$,在实验条件下,误差在允许范围内。产生误差的主要原因为:

- 1) 限于实验条件简陋,空气的缝隙仅 $d=3.21\text{mm}$,湿度计测量的空气湿度在缝隙处不一定均匀,造成缝隙实际湿度跟测量的湿度存在误差;
- 2) 在读空气击穿电压时,由于手动调节放电枪电压,电压至少每次调动100V,也会造成一定误差;
- 3) 在计算放电枪至放电平板之间的场强时,把场强分布等效为均匀场也造成一定误差。

3 结论

本文通过不同湿度下静电放电实验并结合Maxwell 2D仿真得出空气击穿场强与空气湿度的关系,从图6中可以明显看出,随着空气湿度的增加,空气击穿场强将明显降低。

参考文献

- [1]胡似徽.论静电管理标准依据的空气击穿场强问题.静电,1997,12(1):26-32.
- [2]GB17626.2-1998.电磁兼容试验和测量技术.静电放电抗扰度试验.
- [3]沙斐.机电一体化系统的电磁兼容技术.中国电力出版社,1998:189-190.

利用静电枪研究空气湿度与空气击穿场强的关系

作者: [冯玉明](#), [张强](#), [周克生](#)
作者单位: [北京交通大学电子信息工程学院, 北京, 100044](#)
刊名: [科技与生活](#)
英文刊名: [TECHNOLOGY AND LIFE](#)
年, 卷(期): 2010(15)

参考文献(3条)

1. [胡似徽](#) [论静电管理标准依据的空气击穿场强问题](#) 1997(01)
2. [GB 17626.2-1998](#). [电磁兼容试验和测量技术. 静电放电抗扰度试验](#) 1998
3. [沙斐](#) [机电一体化系统的电磁兼容技术](#) 1998

本文读者也读过(10条)

1. [贺其元](#). [刘尚合](#). [陈京平](#). [He Qiuyan](#). [Liu Shanghe](#). [Chen Jingping](#) [空气式静电放电的放电特性研究](#)[期刊论文]-[安全与电磁兼容](#)2006(6)
2. [孙可平](#). [李学文](#). [SUN Ke-ping](#). [LI Xue-wen](#) [芯片氧化层静电放电击穿模型研究](#)[期刊论文]-[北京理工大学学报](#) 2005, 25(z1)
3. [徐晓英](#). [贺其元](#). [刘尚合](#). [管琼](#). [XU Xiao-ying](#). [HE Qi-yuan](#). [LIU Shang-he](#). [GUAN Qiong](#) [自控式空气放电重复性实验研究](#)[期刊论文]-[军械工程学院学报](#)2005, 17(4)
4. [杨建红](#). [李思渊](#). [王天民](#). [Yang Jianhong](#). [Li Siyuan](#). [Wang Tianmin](#) [静电感应器件栅源击穿特性的改善](#)[期刊论文]-[半导体技术](#)1999(1)
5. [封青梅](#). [何蔚](#). [赵团](#) [电火工系统300kV静电放电测试研究](#)[期刊论文]-[舰船电子工程](#)2004, 24(z1)
6. [来萍](#). [刘发](#) [静电放电\(ESD\)评价试验的结果及作用分析](#)[会议论文]-1998
7. [陈建中](#). [王新洲](#) [直-9直升机起落架收放系统故障及其特点分析](#)[会议论文]-1999
8. [尹佳辉](#). [孙凤举](#). [邱爱慈](#). [郭建明](#). [刘志刚](#). [张众](#). [曾江涛](#). [YIN Jia-hui](#). [SUN Feng-ju](#). [QIU Ai-ci](#). [GUO Jian-ming](#). [LIU Zhi-gang](#). [ZHANG Zhong](#). [ZENG Jiang-tao](#) [MV级气体开关脉冲自击穿特性及支撑结构的优化](#)[期刊论文]-[强激光与粒子束](#)2008, 20(7)
9. [孙凤举](#). [曾江涛](#). [邱爱慈](#). [封青梅](#). [盖同阳](#). [郭建明](#). [黄建军](#). [尹佳辉](#) [正负10~300kV可调的直升机空中补给静电放电模拟源](#)[会议论文]-2006
10. [曲海波](#). [张敏](#) [直-9H系列改进计划和H425型](#)[期刊论文]-[国际航空](#)2002(11)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_kjysh201015016.aspx